



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 00 323 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 B 21/04

②① Aktenzeichen: P 41 00 323.3
②② Anmeldetag: 8. 1. 91
②③ Offenlegungstag: 9. 7. 92

DE 41 00 323 A 1

⑦① Anmelder:
Haimer, Franz, 8894 Hollenbach, DE

⑦④ Vertreter:
Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000
München

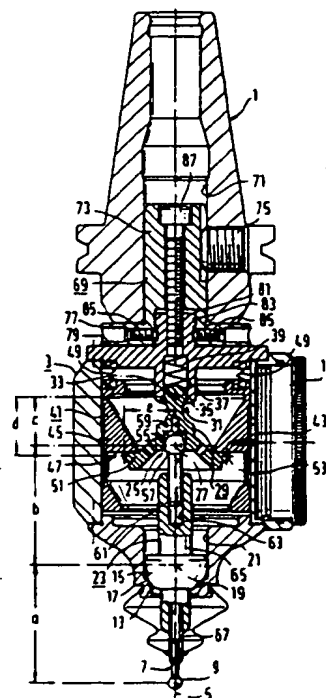
⑦② Erfinder:
Haimer, Franz, 8894 Hollenbach, DE; Gail, Josef,
8890 Aichach, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	37 01 730 A1
DE	34 22 103 A1
DE	25 35 249 A1
EP	03 32 575 A2

⑤④ Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät

⑤⑦ Das Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät hat einen Tastarm (7), der in Richtung einer Hauptkoordinatenachse (5) relativ zu einem Gehäuse (3) des Meßgeräts verschiebbar ist und mittels eines ersten Universalgelenks (13) um einen auf der Hauptkoordinatenachse (5) liegenden ersten Schwenkpunkt (19) allseitig schwenkbar an dem Gehäuse (3) geführt ist. Mit dem Tastarm (7) ist gleichachsrig ein Koppelarm (23) verbunden, dessen dem ersten Universalgelenk (13) fernes Ende mittels eines zweiten Universalgelenks (25) um einen zweiten Schwenkpunkt (27) allseitig schwenkbar mit einem Lenkerelement (29) verbunden ist. Das Lenkerelement (29) ist seinerseits mittels eines dritten Universalgelenks (31) allseitig um einen auf der Hauptkoordinatenachse (5) verschiebbaren dritten Schwenkpunkt (33) schwenkbar an dem Gehäuse (3) geführt. Das Lenkerelement (29) hat eine die Hauptkoordinatenachse (5) umschließende, vom ersten Schwenkpunkt (19) wegweisende Ringschulter (51), die an einer entgegengesetzten, die Hauptkoordinatenachse (5) ebenfalls umschließende Ringschulter (45) eines parallel zur Hauptkoordinatenachse (5) in dem Gehäuse (3) verschiebbaren Kopplungsstücks (41) aufliegt. Eine Meßuhr (11) mißt den Hub des Kopplungsstücks (41). Durch geeignete Bemessung der Schwenkpunktabstände wird erreicht, daß die radiale Auslenkung des Tastendes (9) des Tastarms (7) einerseits und die axiale Auslenkung des Tastendes (9) um gleich große Wege zu gleich großen Auslenkungen des Kopplungsstücks (41) führen.



DE 41 00 323 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät, umfassend ein Gehäuse, einen in Richtung einer Hauptkoordinatenachse relativ zu dem Gehäuse verschiebbaren und mittels eines ersten Universalgelenks um einen auf der Hauptkoordinatenachse liegenden ersten Schwenkpunkt allseitig schwenkbar an dem Gehäuse geführten, federnd in eine Ruhestellung vorgespannten Tastarm, dessen Tastspitze in der Ruhestellung auf der Hauptkoordinatenachse liegt, ein in dem Gehäuse in Richtung der Hauptkoordinatenachse verschiebbar geführtes Kopplungsstück, einen bezogen auf den ersten Schwenkpunkt entgegengesetzt zum Tastarm von diesem abstehenden Koppelarm, dessen dem ersten Schwenkpunkt fernes Ende mit dem Kopplungsstück in der Weise gelenkig verbunden ist, daß der Koppelarm das Kopplungsstück sowohl beim Verschieben des Tastarms in Richtung der Hauptkoordinatenachse als auch beim Auslenken des Tastarms aus dessen Ruhestellung um den ersten Schwenkpunkt in Richtung der Hauptkoordinatenachse mitnimmt und eine die Position des Kopplungsstücks bezogen auf das Gehäuse erfassende Meßeinrichtung.

Ein Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät dieser Art ist aus der DE-A-37 01 730 bekannt. Dieses Tastmeßgerät erlaubt, bezogen auf eine Ruhestellung seines Tastarms, Abstandmessungen sowohl in Richtung einer Hauptkoordinatenachse als auch allseitig radial zu der Hauptkoordinatenachse. Der Tastarm ist hierzu mittels eines Kugelgelenks allseitig schwenkbar in dem Gehäuse gelagert, wobei die den Tastarm haltende Kugel des Kugelgelenks in ihrer Gelenkpfanne zusätzlich in Richtung der Hauptkoordinatenachse verschiebbar ist. Entgegengesetzt zum Tastarm steht von der Kugel ein Koppelarm ab, an welchem sich ein in dem Gehäuse längs der Hauptkoordinatenachse verschiebbar geführtes Kopplungsstück abstützt. Das Kopplungsstück hat eine annähernd konusförmige Aussparung, in die der Koppelarm eingreift, und ist mit einer Meßuhr verbunden, die die Auslenkung des Kopplungsstücks relativ zu dem Gehäuse in Richtung der Hauptkoordinatenachse mißt. Die Form der Aussparung in dem Kopplungsstück ist so gewählt, daß die Eicheinteilung der Meßuhr sowohl die Auslenkung der Tastspitze in Richtung der Hauptkoordinatenachse als auch quer dazu repräsentiert. Eine das Kopplungsstück zum Kugelgelenk hin vorspannende Feder sorgt dafür, daß der Tastarm selbsttätig in eine Ruhestellung zurückkehrt, in der seine Tastspitze auf der Hauptkoordinatenachse liegt.

Bei dem bekannten Meßgerät muß die zur Aufnahme des Koppelarmes bestimmte Aussparung des Kopplungsstücks die Form einer Rotationsparabel haben. Eine solche Kurvenform läßt sich nur mit vergleichsweise großem Aufwand hinreichend genau herstellen. Aufgrund der Parabolform nehmen darüber hinaus die auf den Tastarm wirkenden Rückstellkräfte zur Ruhelage hin ab, mit der Folge ungenauer Reproduktion der Ruhelage.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät zu schaffen, welches aus einfach herstellbaren Teilen besteht und eine stabile Ruhelage seines Tastarms hat.

Ausgehend von dem eingangs erläuterten Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das dem ersten Schwenkpunkt ferne Ende des Koppelarms mittels eines zweiten Universalgelenks allseitig um einen zweiten Schwenk-

punkt schwenkbar mit einem Lenkerelement verbunden ist, welches seinerseits mittels eines dritten Universalgelenks allseitig um einen auf der Hauptkoordinatenachse verschiebbaren dritten Schwenkpunkt schwenkbar an dem Gehäuse geführt ist und daß das Lenkerelement eine die Hauptkoordinatenachse umschließende, vom ersten Schwenkpunkt wegweisende Ringschulter aufweist, die an einer entgegengerichteten, die Hauptkoordinatenachse ebenfalls umschließenden Ringschulter des Kopplungsstücks aufliegt. Bei einer solchen Konstruktion stützen sich die Ringschultern in der Ruhestellung in einem vergleichsweise großen radialen Abstand von der Hauptkoordinatenachse aneinander ab. Auf das Lenkerelement wirkt damit ein relativ großes Rückstellmoment, das den Koppelarm und damit den Tastarm stabil in der Ruhelage hält, in der die Tastspitze auf der Hauptkoordinatenachse liegt. Wird die Tastspitze in Richtung der Hauptkoordinatenachse ausgelenkt, so bewegt sich das Lenkerelement ausschließlich translatorisch längs der Hauptkoordinatenachse. Die von der Meßeinrichtung überwachte Auslenkung des Kopplungsstücks ist damit gleich der Auslenkung der Tastspitze. Wird die Tastspitze ausgehend von der Ruhestellung des Tastarms quer zur Hauptkoordinatenachse ausgelenkt, so kippt das Lenkerelement um den dritten, zum Wegausgleich längs der Hauptkoordinatenachse verschiebbaren Schwenkpunkt des dritten Universalgelenks. Zugleich wird die Ringschulter des Lenkerelements gegen die Ringschulter des Kopplungsstücks gekippt, was zu einer von der Meßeinrichtung erfaßten Auslenkung des Kopplungsstücks längs der Hauptkoordinatenachse führt. Durch geeignete Wahl der Abmessungen des Lenkerelements wird erreicht, daß die Auslenkung des Kopplungsstücks in Richtung der Hauptkoordinatenachse mit hoher Genauigkeit gleich der Auslenkung der Tastspitze quer zur Hauptkoordinatenachse ist.

Das erfindungsgemäße Tastmeßgerät kommt mit einfach herstellbaren Teilen aus. Insbesondere sind keine gekrümmten Innenflächen anzufordern, deren Herstellungstoleranzen die Meßgenauigkeit des Geräts beeinflussen. Soweit räumlich gekrümmte Flächen erforderlich sind, handelt es sich um konvexe Flächen, wie zum Beispiel sphärische Flächen der vorzugsweise als Kugelgelenke ausgebildeten Universalgelenke oder um die Verrundung einer Anlageschneide, wie sie zweckmäßigerweise entlang der Randkante der Ringschulter des Lenkerelements vorgesehen ist. Insbesondere an dem Kopplungsstück sind keine komplizierten Innenflächen mit Einfluß auf die Meßgenauigkeit vorzusehen. Die Ringschulter des Kopplungsstücks ist in einer bevorzugten Ausgestaltung als ebene, senkrecht zur Hauptkoordinatenachse verlaufende Anlagefläche ausgebildet.

Der Meßfehler bei Abstandmessungen quer zur Hauptkoordinatenachse wird besonders klein, wenn der Abstand des dritten Schwenkpunkts von der Ebene eines durch die Ringschulter des Lenkerelements bestimmten Kippkreises größer ist als der Abstand des dritten Schwenkpunkts vom zweiten Schwenkpunkt. Die Tangenten an diesem Kippkreis bilden hierbei die Schwenkachsen, um die das an der Ringschulter des Kopplungsstücks anliegende Lenkerelement bei seiner Kippbewegung relativ zu dem Kopplungsstück schwenkt.

Der Erhöhung der Meßgenauigkeit dient es ferner, wenn der durch die Randkante der Ringschulter des Lenkerelements definierte, die Verbindungsgerade des

zweiten und dritten Schwenkpunkts umschließende Kippkreis einen Radius hat, der im wesentlichen gleich dem Abstand des dritten Schwenkpunkts vom zweiten Schwenkpunkt ist. Es versteht sich, daß die Randkante um den Kippkreis herum gerundet sein kann, um Abnutzungsschäden an der Ringschulter des Kopplungsstücks zu vermeiden.

Eine weitere, die Meßgenauigkeit erhöhende Maßnahme besteht darin, daß der Abstand der Tastspitze des Tastarms vom ersten Schwenkpunkt in der Ruhestellung gleich ist dem Abstand des zweiten Schwenkpunkts vom ersten Schwenkpunkt. In diesem Zusammenhang soll hervorgehoben werden, daß unter der Tastspitze des Tastarms nicht nur eine Spitze im geometrischen Sinn zu verstehen ist. Die Tastspitze des Tastarms kann ohne Einfluß auf die Meßeigenschaften auch mit einem Kugelkopf versehen sein, dessen Zentrum meßtechnisch die Tastspitze bildet.

Um Fertigungstoleranzen der Elemente des Meßgeräts ausgleichen zu können, ist in einer bevorzugten Ausgestaltung der Abstand des zweiten Schwenkpunkts vom ersten Schwenkpunkt und/oder vom dritten Schwenkpunkt justierbar. In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt hierzu der Koppelarm zwei mit Teleskopführungsflächen aneinander geführte und insbesondere durch Verkleben aneinander befestigte Armteile. Bei der Herstellung des Tastmeßgeräts werden die beiden Armteile, die entsprechend der Konstruktion des Tastmeßgeräts den exakten Abstand zweier Schwenkpunkte voneinander definieren sollen, mittels einer Präzisionslehre relativ zueinander justiert, ohne daß zum Beispiel die Gelenkkugeln oder Gelenkpfannen der Universalgelenke mechanisch nachbearbeitet werden müßten.

Auch der exakte Abstand des dritten Schwenkpunkts vom zweiten Schwenkpunkt läßt sich ohne Nachbearbeitung des Lenkerelements justieren, wenn das zweite Universalgelenk als Kugelgelenk ausgebildet ist, in dessen zur Aufnahme einer Gelenkkugel bestimmten zylindrischen Gelenkpfanne wenigstens eine Distanzscheibe eingelegt ist. Die Distanzscheibe läßt sich problemlos zu Justierzwecken austauschen oder durch Schleifen auf eine gewünschte Dicke bearbeiten.

Bei unachtsamer Handhabung des Tastmeßgeräts besteht die Gefahr irreversibler Schäden an der Mechanik des Geräts. Um einen eventuellen Schaden möglichst gering zu halten, ist in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, daß der Tastarm eine Sollbruchstelle insbesondere in Form eines zwischen dem ersten Universalgelenk und der Tastspitze eingefügten Keramikeils enthält. Bei unsachgemäßer Handhabung bricht zwar die Tastspitze des Tastarms ab, größere weitergehende Schäden werden jedoch vermieden. Die Reparatur beschränkt sich auf den Austausch einiger weniger Teile.

Mehrkoordinaten-Tastmeßgeräte sind üblicherweise mit einem Spannschaft versehen, an dem sie beispielsweise in der Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine eingespannt werden können. Für exakte Messungen ist es erforderlich, daß die Achse des beispielsweise als Steilkegelschaft ausgebildeten Spannschafts gleichachsig zu der durch das Tastmeßgerät definierten Hauptkoordinatenachse verläuft. In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, die auch bei anderen Tastmeßgeräten als dem vorstehend erläuterten Tastmeßgerät von Vorteil ist, ist vorgesehen, daß das Gehäuse und der Spannschaft zur Hauptkoordinatenachse senkrecht, einander zugeordnete Anlageflächen aufweisen und durch wenigstens eine in Richtung der Hauptkoor-

dinatenachse verlaufende Spannschraube aneinander befestigt sind. Das Gehäuse oder der Spannschaft trägt einen zur Hauptkoordinatenachse dieses Teils zentrischen Zentrierzapfen, der mit radialem Spiel in eine Zentrieröffnung des anderen Teils eingreift. Am Umfang der Zentrieröffnung sind wenigstens drei radial zur Hauptkoordinatenachse verstellbare Justierschrauben verteilt angeordnet. Während die Anlageflächen am Gehäuse und dem Spannschaft für die Parallelität der Achsen sorgen, ermöglichen die Justierschrauben den Ausgleich von Fluchtungsfehlern.

Die Zentrieröffnung bzw. der Zentrierzapfen können unmittelbar an dem Spannschaft bzw. dem Gehäuse vorgesehen sein. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Zentrierzapfen am Gehäuse und die Zentrieröffnung in einem im Paßsitz in einem Steilkegelschaft sitzenden Adapter vorgesehen. Dies erlaubt den Austausch des Steilkegelschafts ohne die Justierung ändern zu müssen.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt einen Axiallängsschnitt durch ein Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät.

Das zur Halterung in einer Werkzeugmaschine oder einem Meßgerät oder dergleichen mit einem Steilkegelschaft 1 versehene Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät umfaßt ein Gehäuse 3, aus dem gleichachsig zu der durch den Steilkegelschaft 1 definierten Hauptkoordinatenachse 5 ein Tastarm 7 vorsteht. Der in einer kugelförmigen Tastspitze 9 endende Tastarm 7 ist längs der Hauptkoordinatenachse 5 ausgehend von der in der Zeichnung dargestellten Ruhestellung verschiebbar und quer zur Hauptkoordinatenachse 5 auslenkbar. Eine an dem Gehäuse 3 gehaltene Meßuhr 11 zeigt mit einheitlicher Skalierung die Größe der axialen oder radialen Auslenkung an.

Der Tastarm 7 ist in dem Gehäuse 3 mittels eines ersten Kugelgelenks 13 allseitig schwenkbar gelagert. Das Kugelgelenk 13 hat ein fest mit dem Tastarm 7 verbundenes Kugelsegment 15, das in einer zur Tastspitze 9 hin sich verengenden, schneidensförmigen Kugelpfanne 17 um einen Schwenkpunkt 19 allseitig schwenkbar gelagert ist. Die Kugelpfanne 17 setzt sich in Richtung der Hauptkoordinatenachse 5 von der Tastspitze 9 weggerichtet in Form einer zylindrischen Führungsöffnung 21 fort und ermöglicht so eine axiale Verschiebewegung des Tastarms 7 in Richtung der Hauptkoordinatenachse 5.

Der Tastarm 7 ist in das Gehäuse 3 hinein verlängert und bildet hier einen Koppelarm 23, der an seinem dem Kugelgelenk 13 fernen Ende über ein zweites Kugelgelenk 25 um einen Schwenkpunkt 27 allseitig schwenkbar mit einem Lenkerelement 29 gekuppelt ist. Das Lenkerelement 29 ist seinerseits in einem dritten Kugelgelenk 31 um einen auf der Hauptkoordinatenachse 5 liegenden Schwenkpunkt 33 allseitig schwenkbar an dem Gehäuse 3 geführt. Das Kugelgelenk 31 hat eine an dem Lenkerelement 29 angeformte Gelenkkugel 35, die in einer zylindrischen, zur Hauptkoordinatenachse 5 konzentrischen Gelenkpfannenöffnung 37 sitzt. Eine in der Öffnung 37 angeordnete Druckfeder 39 spannt das Lenkerelement 29 gegen den Koppelarm 23 und gleicht so eventuelles Spiel der Kugelgelenke 25 und 13 aus.

In dem Gehäuse 3 ist ferner ein im wesentlichen hülsenförmiges Kopplungsstück 41 gleichachsig zur Hauptkoordinatenachse 5 paßgenau verschiebbar geführt. Das Kopplungsstück 41 ist über einen Stift 43 mit der Meßuhr 11 gekuppelt, die damit die Auslenkung des

Kopplungsstück 41 relativ zum Gehäuse 3 erfaßt. Das Kopplungsstück 41 hat eine nach radial innen vorspringende Ringschulter 45 mit einer zur Tastspitze 9 weisenden, senkrecht zur Hauptkoordinatenachse 5 verlaufenden, ebenen Anlagefläche 47. Mehrere am Umfang verteilte Druckfedern 49 zwischen dem Gehäuse 3 und dem Kopplungsstück 41 spannen die Anlagefläche 47 der Ringschulter 45 gegen eine von der Tastspitze 9 wegweisende Ringschulter 51 des in diesem Bereich tellerförmigen Lenkerelements 29. Die Federn 49 üben über das Kopplungsstück 41 eine vergleichsweise hohe Rückstellkraft auf das Lenkerelement 29 aus, die dafür sorgt, daß in der Ruhestellung die Schwenkpunkte der Kugelgelenke 25 und 31 stabil auf der Hauptkoordinatenachse 5 liegen.

Wird die Tastspitze 9 aus der in der Zeichnung dargestellten Ruhelage in Richtung der Hauptkoordinatenachse 5 ausgelenkt, so überträgt das Lenkerelement 29 über den gesamten Umfang seiner Ringschulter 51 die Verschiebekraft auf das Kopplungsstück 41, und die Meßuhr 11 erfaßt direkt die Auslenkung der Tastspitze 9.

Wird die Tastspitze 9 quer zur Hauptkoordinatenachse ausgelenkt, so überträgt sich die Schwenkbewegung des Tastarms 7 über den Koppelarm 23 auf das Lenkerelement 29. Das Lenkerelement 29 schwenkt um den Schwenkpunkt 33, der zugleich eine Längenausgleichsbewegung auf den bezogen auf das Gehäuse 3 stationären Schwenkpunkt 19 des Kugelgelenks 13 zu macht. Die Ringschulter 51 des Lenkerelements 29 kippt aufgrund der Schwenkbewegung um eine virtuelle Schwenkachse, die tangential zu einem Kippkreis verläuft, dessen Ebene senkrecht zur Verbindungsgeraden der Schwenkpunkte 27 und 33 der Kugelgelenke 25 und 31 verläuft und dessen Schnittpuren in der Zeichnung bei 53 dargestellt sind. Die Randkante der Ringschulter 51 ist um den Kippkreis 53 herum torussegmentförmig gerundet, um Abnutzungsschäden bei der Kippbewegung an den gegenseitigen Anlageflächen zu vermeiden. Die Kippbewegung des Lenkerelements 29 aufgrund der radialen Auslenkung der Tastspitze 9 führt zu einer gleich großen axialen Auslenkung des Kopplungsstücks 41, die wiederum von der Meßuhr 11 erfaßt wird. Die Meßuhr 11 kann damit bei einheitlicher Eichung die Auslenkung der Tastspitze 9 sowohl in axialer als auch in radialer Richtung messen.

Um den Anzeigefehler der Meßuhr 11 bei radialer Auslenkung der Tastspitze 9 bezogen auf eine gleich große axiale Auslenkung möglichst klein zu halten, ist der Abstand a des Schwenkpunkts 19 von der Tastspitze 9 gleich dem Abstand b des Schwenkpunkts 27 vom Schwenkpunkt 19 gewählt. Ferner ist der Abstand c des Schwenkpunkts 33 vom Schwenkpunkt 27 gleich dem Radius e des Kippkreises gewählt, und der Abstand d des Schwenkpunkts 33 von der Ebene des Kippkreises ist größer bemessen als der Abstand c. Durch Optimierung der Abstände c und d bezogen auf den Abstand b läßt sich die Anzeigedifferenz zwischen radialer und axialer Auslenkung der Tastspitze 9 auf innerhalb der Meßgenauigkeit der Meßuhr 11 vernachlässigbare Werte verringern.

Die Abstände a, b und c sind durch die Zentren kugelförmiger Enden bestimmt. Um trotzdem Toleranzen zwischen den Abständen a und b sowie Toleranzen des Abstands c ohne aufwendige Bearbeitung der kugelförmigen Enden ausgleichen zu können, ist der Koppelarm 23 als Teleskoparm ausgeführt, und das Kugelgelenk 25 hat eine zylinderlochförmige Gelenkpfanne 55 an dem

Lenkerelement 29, in die zur Justierung des Abstands der Gelenkkugel 57 des Kugelgelenks 25 eine Distanzscheibe 59 passender Dicke eingelegt ist. Die Distanzscheibe 59 erlaubt eine Justierung des Abstands c.

Für die Justierung des Abstands b ist die Gelenkkugel 57 des Kugelgelenks 25 an einem Stift 61 gehalten, der in einer zentrischen Bohrung 63 eines die Gelenkkugel 15 tragenden und sich in den Tastarm 7 einteilig hinein fortsetzenden Schafts 65 gehalten ist. Der Stift 61 ist während der Montage in der Bohrung 63 verschiebbar, so daß, beispielsweise mit Hilfe einer Einstellehre, der Abstand der Gelenkkugel 57 vom Tastende 9 justiert werden kann, bevor der Stift 61 am Schaft 65 fixiert, beispielsweise angeklebt wird.

Um Schäden an der Mechanik des Meßgeräts bei unsachgemäßer Handhabung zu vermeiden, ist das Tastende 9 mittels eines Keramikröhrchens 67 an dem Schaft 65 gehalten. Das Keramikröhrchen 67 bildet eine Sollbruchstelle, die die übrigen Transmissionsteile des Meßgeräts vor Überlastschäden schützt.

Die Achse des Steilkegelschafts 1 muß gleichachsig zu der durch die übrigen Komponenten des Meßgeräts bestimmten Hauptkoordinatenachse 5 verlaufen. Um Fluchtungsfehler ausgleichen zu können, ist das Gehäuse 3 an dem Steilkegelschaft 1 mittels eines Adapters 69 befestigt, der eine achsparallele Justierung der Hauptkoordinatenachse 5 des Gehäuses 3 relativ zur Achse des Steilkegelschafts 1 erlaubt. Der Adapter 69 hat einen im Paßsitz in einer zentrischen Bohrung 71 des Steilkegelschafts 1 sitzenden Schaft 73 und wird mittels einer Klemmschraube 75 an dem Schaft auswechselbar gehalten. Zwischen dem Steilkegelschaft 1 und dem Gehäuse 3 trägt der Schaft 73 einen Ringflansch 77 mit einer zur Achse des Steilkegelschafts 1 exakt senkrecht verlaufenden, planen Anlagefläche 79 für das Gehäuse 3. In die Anlagefläche 79 ist zentrisch eine Zentrieröffnung 81 eingesenkt, in die mit radialem Spiel ein vom Gehäuse 3 abstehender Zentrierzapfen 83 eingreift. Wenigstens drei am Umfang des Ringflansches 77 verteilt angeordnete, radiale Justierschrauben 85 erlauben eine radiale Justierung des an der Anlagefläche 79 verschiebbar geführten Gehäuses 3. Eine zentrische Befestigungsschraube 87 hält das Gehäuse 3 am Adapter 69. Für die radiale Justierung des Gehäuses 3 relativ zum Steilkegelschaft 1 wird die Schraube 87 zunächst leicht angezogen, um das Gehäuse 3 etwas gegen die Anlagefläche 79 zu spannen. Nach der Justierung halten die Justierschrauben 85 das Gehäuse in der gewünschten Lage fest, bis die Schraube 87 vom gehäusefernen Ende des Steilkegelschafts 1 festgezogen ist.

Patentansprüche

1. Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät, umfassend

- ein Gehäuse (3),
- einen in Richtung einer Hauptkoordinatenachse (5) relativ zu dem Gehäuse (3) verschiebbaren und mittels eines ersten Universalgelenks (13) um einen auf der Hauptkoordinatenachse (5) liegenden ersten Schwenkpunkt (19) allseitig schwenkbar an dem Gehäuse (3) geführten, federnd in eine Ruhestellung vorgespannten Tastarm (7), dessen Tastspitze (9) in der Ruhestellung auf der Hauptkoordinatenachse (5) liegt,
- ein in dem Gehäuse (3) in Richtung der Hauptkoordinatenachse (5) verschiebbar geführtes Kopplungsstück (41),

- einen bezogen auf den ersten Schwenkpunkt (19) entgegengesetzt zum Tastarm (7) von diesem abstehenden Koppelarm (23), dessen dem ersten Schwenkpunkt (19) fernes Ende mit dem Kopplungsstück (41) in der Weise gelenkig verbunden ist, daß der Koppelarm (23) das Kopplungsstück (41) sowohl beim Verschieben des Tastarms (7) in Richtung der Hauptkoordinatenachse (5) als auch beim Auslenken des Tastarms (7) aus dessen Ruhestellung um den ersten Schwenkpunkt (19) in Richtung der Hauptkoordinatenachse (5) mitnimmt und
- eine die Position des Kopplungsstücks (41) bezogen auf das Gehäuse (3) erfassende Meßeinrichtung (11), dadurch gekennzeichnet, daß das dem ersten Schwenkpunkt (19) ferne Ende des Koppelarms (23) mittels eines zweiten Universalgelenks (25) allseitig um einen zweiten Schwenkpunkt (27) schwenkbar mit einem Lenkerelement (29) verbunden ist, welches seinerseits mittels eines dritten Universalgelenks (31) allseitig um einen auf der Hauptkoordinatenachse (5) verschiebbaren dritten Schwenkpunkt (33) schwenkbar an dem Gehäuse (3) geführt ist und daß das Lenkerelement (29) eine die Hauptkoordinatenachse (5) umschließende, vom ersten Schwenkpunkt (19) wegweisende Ringschulter (51) aufweist, die an einer entgegengerichteten, die Hauptkoordinatenachse (5) ebenfalls umschließenden Ringschulter (45) des Kopplungsstücks (41) aufliegt.
- 2. Tastmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschulter (45) des Kopplungsstücks (41) eine ebene, senkrecht zur Hauptkoordinatenachse (5) verlaufende Anlagefläche (47) aufweist.
- 3. Tastmeßgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschulter (51) des Lenkerelements (29) eine gerundete Anlageschneide aufweist.
- 4. Tastmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (d) des dritten Schwenkpunkts (33) von der Ebene eines durch die Ringschulter (51) des Lenkerelements (29) bestimmten Kippkreises (53) größer ist als der Abstand (c) des dritten Schwenkpunkts (33) vom zweiten Schwenkpunkt (27).
- 5. Tastmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschulter (51) des Lenkerelements (29) eine Randkante hat, die einen die Verbindungsgerade des zweiten (27) und dritten (33) Schwenkpunkts umschließenden Kippkreis (53) definiert, dessen Radius (e) im wesentlichen gleich dem Abstand (c) des dritten Schwenkpunkts (33) vom zweiten Schwenkpunkt (27) ist.
- 6. Tastmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) der Tastspitze (9) des Tastarms (7) vom ersten Schwenkpunkt (19) in der Ruhestellung gleich ist dem Abstand (b) des zweiten Schwenkpunkts (27) vom ersten Schwenkpunkt (19).
- 7. Tastmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (b, c) des zweiten Schwenkpunkts (27) vom ersten Schwenkpunkt (19) und/ oder vom dritten Schwenkpunkt (33) justierbar ist.
- 8. Tastmeßgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelarm (23) zwei mit Telekopführungsflächen aneinander geführte und insbesondere durch Verkleben aneinander befestigte Armteile (61, 65) umfaßt.
- 9. Tastmeßgerät nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Universalgelenk (25) als Kugelgelenk ausgebildet ist, dessen zur Aufnahme einer Gelenkkugel (57) bestimmte zylindrische Gelenkpfanne (55) an dem Lenkerelement (29) vorgesehen ist und wenigstens eine Distanzscheibe (59) enthält.
- 10. Tastmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Tastarm (7) eine Sollbruchstelle insbesondere in Form eines zwischen dem ersten Universalgelenk (13) und der Tastspitze (9) eingefügten Keramikteils (67) enthält.
- 11. Mehrkoordinaten-Tastmeßgerät, umfassend
 - ein Gehäuse (3),
 - einen in Richtung einer Hauptkoordinatenachse (5) relativ zu dem Gehäuse (3) verschiebbaren und mittels eines Universalgelenks (13) um einen auf der Hauptkoordinatenachse (5) liegenden Schwenkpunkt (19) allseitig schwenkbar an dem Gehäuse (3) geführten, federn in eine Richtung vorgespannten Tastarm (7), dessen Tastspitze (9) in der Ruhestellung auf der Hauptkoordinatenachse (5) liegt,
 - eine mit dem Tastarm (7) gekoppelte, die Abweichung der Tastspitze (9) von der Ruhestellung sowohl in Richtung der Hauptkoordinatenachse (5) als auch senkrecht dazu erfassende Meßeinrichtung (11) und
 - einen das Gehäuse (3) tragenden Spannschaft (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (3) und der Spannschaft (1) zur Hauptkoordinatenachse (5) senkrechte, einander zugeordnete Anlageflächen (79) aufweisen und durch wenigstens eine in Richtung der Hauptkoordinatenachse (5) verlaufende Spannschraube (87) aneinander befestigt sind, daß das Gehäuse (3) oder der Spannschaft (1) einen zur Hauptkoordinatenachse (5) dieses Teils zentrischen Zentrierzapfen (83) trägt, der mit radialem Spiel in eine Zentrieröffnung (81) des anderen Teils eingreift und daß am Umfang der Zentrieröffnung (81) wenigstens drei radial zur Hauptkoordinatenachse (5) verstellbare Justierschrauben (85) verteilt angeordnet sind.
- 12. Tastmeßgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentrierzapfen (83) am Gehäuse (3) und die Zentrieröffnung (81) in einem im Paßsitz in einem Steilkegelschaft (1) sitzenden Adapter (69) vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

